

7. Вивчення мікрофауни, спор, літології і міжрегіональної кореляції зі стратотипами дає змогу позначити перерви і порівняти їх з перервами в стратотипах:

– перерву всередині XIII МФГ, на рівні підошви рудівських шарів ДДЗ можна зіставити з перервою між бобріківським горизонтом і щекинською світами тульського горизонту в стратотипі;

– потужність верхньої частини XIII МФГ (за ГДС – це спад по кривій ГК) змінюється від площі до площі, особливо зміна помітна в карбонатних розрізах. Це може бути пов'язано чи з перервою, чи з розвитком біогермів. Якщо це пов'язувати з перервою, то його треба зіставляти з перервою між щекинською і богородицькою світами тульського горизонту в стратотипі;

– між ПГ В-22 і В-21 часто спостерігається випадіння частини розрізу, яку ми індексуємо як В-21н. Це можна пов'язувати з перервою і зіставляти з трансгресивною границею між богородицькою і ольховецькою світами тульського горизонту стратотипу.

Література

1. Стратиграфические схемы фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения. Нижний карбон восточных областей Украины: Графические приложения. Таблицы / В.И.Полетаев, М.В.Вдовенко, Г.И.Вакарчук и др. – К., 1993.

2. Стратиграфія УССР. Том V. Карбон. – К.: Наукова думка, 1969.

3. Айзенберг Д.Е., Бражникова Н.Е., Вдовенко М.В. Опыт сопоставления разрезов турнейских и нижневизейских отложений Донбаса

через тверду гірську породу. Величиною, що кількісно характеризує величину електрокінетичної взаємодії нафтової суміші з гірською породою, є електрокінетичний потенціал, який визначається напругою між точкою на деякій са і бельгійського стратотипа / В сб.: Стратиграфия карбона и геология угленосных формаций СССР. – М.: Недра, 1975. – С.70-75.

4. Бражникова Н.Е., Вдовенко М.В. Ранньовізейські форамініфери України. – К.: Наукова думка, 1973.

5. Бабко І.М., Гончаров В.Є., Кононенко Л.П. Сучасний погляд на карбонатні утворення у низах візе Дніпровсько-Донецької западини // Мінеральні ресурси України. – 2003. – №4. – С.20-25.

6. Лукін А.Е., Вакарчук С.Г., Коржнев П.М. Турнейско-ранневизейский тектоно-сидиментационный комплекс Днепровско-Донецкого авлакогена // Геол. журн. – 2001. – №1. – С.7-16.

7. Кононенко Л.П., Онуфришин С.В., Патрыка И.И., Цыпко Я.И. Орадаевских отложениях нижнего карбона в северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины // Тектоника и стратиграфия. – 1986. – Вып.31. – С.53-59.

8. Разницын В.А., Нижневизейские отложения Днепровско-Донецкой впадины. // Известия АН СССР. – 1983. – №7. – С.27-40.

9. Лукин А.Е., Вакарчук Г.И. О бобріковском горизонте визейского яруса Днепровско-Донецкой впадины // Доклады Академии наук СССР. – 1976. – Том 227, №4. – С.939-942.

10. Білик А.О., Вакарчук Г.І., Іванишин В.А. Стратиграфія, кореляція і перспективи нафтогазоносності турнейських і візейських відкладів Дніпровсько-Донецької западини. – Чернівці, 2002.

УДК 541.183

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА ПОТЕНЦІАЛ ПРОТІКАННЯ, ЩО ВИНИКАЄ ПРИ ПРОТІКАННІ НАФТИ ЧЕРЕЗ ГІРСЬКУ ПОРОДУ

І.М.Храпач

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46077
e-mail: mdqc@ifdtung.if.ua

Проанализированы недостатки существующей метода измерения электрокинетического потенциала на границе раздела нефть – горная порода, приведено описание усовершенствованного метода и установки, которая его реализует, приведены результаты измерения потенциала протекания растворов KOH и HCl через модель горной породы, а также проведен анализ полученных результатов.

There were analyzed the disadvantages of existing electro-kinetic potential measurement method on the border between oil – solid state in the article, shown advanced method and device description, which realizes this method; shown flowing potential measurement results for solutions of KOH and HCl through the solid state model, and given received results analysis.

Електрокінетичні явища завдають істотного впливу на швидкість фільтрації рідин через пористе середовище. При видобуванні нафти має місце рух рідкої фази – нафтової суміші

відстані від поверхні і точкою у площині ковзання в електрично-однорідному середовищі [1]. При русі рідкої фази через капілярну сис-

тему зовнішня частина подвійного шару ковзає відносно нерухомої поверхні твердої фази. У силу того, що вони заряджені по-різному, частина заряду захоплюється з рідиною. У результаті виникає рух зарядів, що призводить до порушення електричної рівноваги і виникнення напруги, яка називається напругою протікання [2]. Залежність напруги протікання від швидкості руху рідини є прямо пропорційною, що дає змогу визначати електрокінетичний потенціал при довільній швидкості руху, тобто деякому різницею тиску на границях капіляра.

Таким чином, потенціал протікання є одним з основних інформативних параметрів для розрахунку значення електрокінетичного потенціалу при посередньому вимірюванні.

Згідно з [1] електрокінетичний потенціал є прямо пропорційним потенціалу протікання і обернено пропорційним різниці тисків на краях контейнера, розташованого посередині U-подібної вимірювальної трубки [2]. Згідно з [3] внаслідок різного роду внутрішніх і зовнішніх неоднорідностей виникають побічні напруги, які, арифметично сумуючись з напругою протікання, спотворюють вимірне значення. Методика виключення напруг-завад детально описана в [3], але на точність вимірювання потенціалу протікання також значною мірою впливає точність встановлення різниці тисків на краях контейнера з твердою фазою. В першій експериментальній установці, що описана в [2], різницю тисків створюють гідростатичні тиски стовпів досліджуваної рідини, рівні якої різні у колінах U-подібної трубки. При цьому різниця тисків визначається за такою залежністю:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h, \quad (1)$$

де: ρ – густина досліджуваної рідини;

g – прискорення вільного падіння;

Δh – різниця рівнів рідини.

Але такий підхід має ряд недоліків, серед яких:

а) необхідність визначення густини досліджуваної рідини, яка у більшості випадків для суспензій та емульсій є величиною непостійною за об'ємом внаслідок осідання більш важких компонентів;

б) різниця тисків постійно змінюється внаслідок протікання досліджуваної рідини, що вимагає постійного контролю рівнів рідини у колінах;

в) зміна структури досліджуваного зразка твердої фази є важкопередбачуваною внаслідок одностороннього протікання через неї рідкої фази, що супроводжується вимиванням одних компонентів та заповненням пор іншими компонентами рідини, що краще змочують поверхні матеріалу твердої фази.

Крім того, сам процес заповнення посудини досліджуваною рідиною передбачає в кращому випадку почергове заливання рідини у коліна посудини і штучне створення різних рівнів, що вже початково створює хімічні і відповідно електричні неоднорідності.

Проведений аналіз дає змогу визначити шляхи вдосконалення експериментальної установки з метою підвищення якості вимірювання потенціалу протікання. По-перше, для створення різниці тисків необхідно застосовувати принципово інший підхід, при якому виключається залежність різниці тисків від густини досліджуваної рідкої фази, зокрема, найоптимальнішим є пневматичний метод створення надлишкового тиску в одному з колін установки на відміну від гідралічного методу, оскільки при цьому завдяки надзвичайно малій густині газу висотами взаємного розташування елементів установки можна нехтувати, і достатньою умовою є подача газу (повітря) під стабілізованим тиском. По-друге, для забезпечення максимальної симетрії колін установки необхідно виготовляти додатковий отвір з виходом вгору в середній частині U-подібної трубки для завантаження твердої фази і наступного заливання рідкої фази. При цьому, окрім зменшення потенціалів неоднорідностей буде зменшуватись час проходження процесу встановлення стаціонарного стану [3]. По-третє, оскільки під дією надлишкового тиску рідина протікає з області з більшим тиском в область з меншим тиском, то у будь-якому випадку рівні рідини у колінах постійно змінюються, і різницею тисків при постійному тиску газу зменшується, то є необхідність вводу конструктивних елементів для контролю рівнів рідини у колінах.

Враховуючи перераховане, розроблено і виготовлено установку, що зображена на рис. 1.

Установка складається з колін 1, які приєднані до T-подібної трубки 2 за допомогою муфт 3. У трубці 2 встановлено пористі прокладки 4 і електроди 5, які під'єднані до вольтметра постійної напруги за допомогою клем 6. Зверху T-подібна трубка герметично закривається кришкою 7. До кінців колін прикручуються пробки з ніпелями 8, до яких за допомогою гнучких трубок 9 приєднані трійники 10. Трійники з'єднані з прозорими скляними трубками 11 зі шкалою для візуального контролю рівнів рідини у непрозорих колінах. Таким чином, утворюються сполучені посудини між скляними трубками і колінами. При підготовці до вимірювання у трубку 2 через кришку 7 завантажуються подрібнена тверда фаза 12 (гірська порода) і відтак заливається рідка фаза 13 (нафтова суміш). Через один з трійників 10 при вимірюваннях подається повітря 14 під тиском від пневматичного блока, який забезпечує подачу стисненого повітря при фіксованих тисках.

При цьому різницею тисків визначається за такою залежністю:

$$\Delta P = P_n \pm \rho \cdot g \cdot \Delta h, \quad (2)$$

де P_n – тиск, що створюється пневматичним блоком.

Очевидно, що при $\Delta h = 0$ другий доданок дорівнює нулю, і різницею тисків дорівнює тиску пневматичного блока, який є стабілізованим. Таким чином, методика проведення вимі-

рювання може бути такою: спочатку вмикають пневмоперемикач в одне з положень і здійснюють протікання рідини в одному напрямі. Після досягнення певного рівня переводять пневмоперемикач в друге положення і здійснюють зворотне протікання. В момент, коли стовпи

можна визначати відносно зменшення потенціалу протікання і відповідно аналогічне зменшення електрокінетичного потенціалу.

Для зменшення потенціалу протікання в пласт достатньо ввести розчин електроліту. Механізми впливу різних іонів є різними, на-

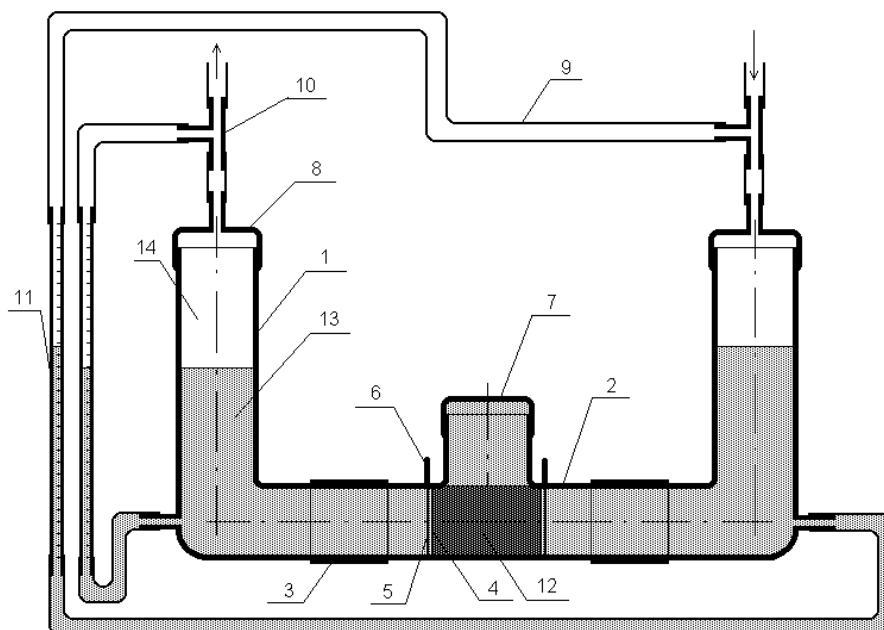


Рисунок 1 — Будова установки для вимірювання потенціалу протікання

рідини у скляних трубках і відповідно у колінах зрівнюються, знімають покази вольтметра. При цьому гідростатичні тиски скомпенсовані. Відносна похибка, спричинена гідростатичним тиском, може бути оцінена за такою залежністю:

$$\varepsilon = \frac{h_0 \cdot \rho \cdot g}{P_n} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де h_0 — ціна поділки шкали скляних трубок.

Підставляючи числові дані, одержуємо

$$\varepsilon = \frac{10^{-3} \cdot 900 \cdot 9,8}{10000} \cdot 100 \approx 0,09\%.$$

Очевидно, що при проведенні вимірювання потенціалу протікання за запропонованою методикою різницевий тиск можна задавати з досить високою точністю. Похибка, спричинена наявністю напруг неоднорідностей, є також меншою внаслідок зменшення значень цих напруг. Вплив напруг може бути виключений із результатів вимірювань за методикою, описаною в [3].

Як зазначалося в [3], з існуванням електрокінетичного потенціалу пов'язане явище електрокінетичного гальмування, що сприяє зменшенню продуктивності свердловини, але, оскільки обчислення електрокінетичного потенціалу потребує знання величин таких параметрів як динамічна в'язкість, діелектрична проникність рідини, товщина подвійного шару, які є незмінними при невеликій кількості реагентів, то, задавши постійним різницевою тиском,

приклад, внаслідок стискання дифузного шару. Враховуючи великі витрати реагентів, при такій обробці доцільно використовувати широко розповсюджені і дешеві речовини, наприклад: NaOH, KOH, HCl, H₂SO₄. Луги і кислоти зменшують потенціал протікання, при цьому кислоти, окрім зменшення потенціалу протікання до нуля при певній концентрації, здатні навіть змінити його знак на протилежний. Тому дуже важливим є правильний вибір концентрації реагентів, особливо кислот, оскільки при надлишковій концентрації останніх ефект зменшення потенціалу протікання буде протилежним.

Для встановлення залежності потенціалу протікання від концентрації електролітів проведено ряд вимірювань на установці, описаній вище. Як електроліти застосовано розчини соляної кислоти та їдкого калію в дистильованій воді, як модель гірської породи використано попередньо очищений пісок з діаметром зерен 0,1–0,8 мм, вимірювання проведено при різницевому тиску на кінцях контейнера 400 Па.

Одержану залежність напруги протікання від концентрації KOH зображено на графіку (рис. 2). Для зручності аналізу шкала концентрації зображено в логарифмічному масштабі.

Аналізуючи одержані результати, можна стверджувати, що ефект суттєвого зменшення потенціалу протікання і відповідно електрокінетичного потенціалу має місце вже при незначній концентрації KOH. У подальшому при збільшенні концентрації електроліту зменшення потенціалу протікання також відбувається, але

його інтенсивність надзвичайно мала. Так, при концентрації КОН порядку 10^{-1} г/л потенціал протікання зменшується порівняно з дистильованою водою в сотні разів.

фтової суміші, і з'являється небезпека локальних перенасичень пласта, що призведе до зміни знака потенціалу протікання і перезарядження поверхонь, внаслідок чого ефект зменшення

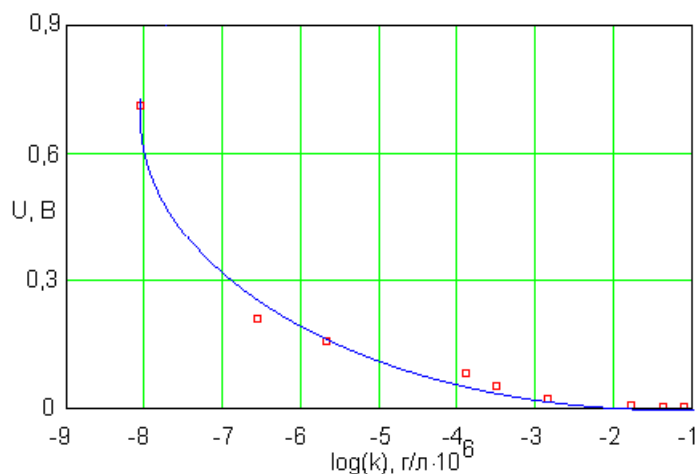


Рисунок 2 — Залежність напруги протікання від концентрації КОН

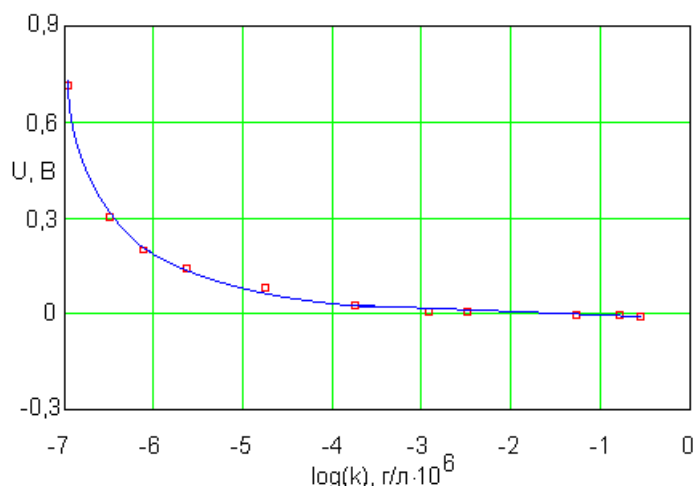


Рисунок 3 — Залежність потенціалу протікання від концентрації НСІ

Графічну залежність напруги протікання від концентрації соляної кислоти в дистильованій воді зображено на рис. 3. При цьому загальна тенденція зменшення потенціалу протікання аналогічна попередній, але на відміну від попередньої при певній концентрації ($\approx 10^{-2}$ г/л) соляної кислоти потенціал протікання змінює знак. Це означає, що при певній концентрації можливе зменшення електрокінетичного потенціалу до нуля і виключення впливу електрокінетичних явищ взагалі. Однак, якщо вважати, наприклад, що достатнім є зменшення електрокінетичного потенціалу у десять разів ($k \approx 2 \cdot 10^{-4}$ г/л), то для досягнення нульового електрокінетичного потенціалу необхідно ввести в $2 \cdot 10^{-4} / 10^2 = 200$ разів більше реагенту. Окрім того, нульовий електрокінетичний потенціал має місце лише в лабораторних умовах. У процесі видобування нафти є неможливим однорідне розподілення електроліту по всьому об'єму на-

електрокінетичного гальмування від збільшення концентрації електроліту стане протилежним.

Таким чином, проведені дослідження дає змогу оцінити кількість реагентів, які необхідно вводити в пласт для досягнення певного зменшення електрокінетичного гальмування. У роботі проведено експеримент оцінки впливу концентрації електролітів порівняно простої будови. У подальшому вбачається перспектива дослідження впливу концентрації солей та речовин поверхнево-активних речовин, що застосовуються для зменшення поверхневого натягу на межі розділу нафта-гірська порода, на електрокінетичний потенціал, тим самим оцінка цих речовин з точки зору електрокінетичних явищ.

Література

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. — М.: Мир, 1979.

2. Кісіль І.С., Храпач І.М. Електрокінетичні явища в процесі видобутку нафти і газу // Методи та прилади контролю якості. — 2000. — № 6.

3. Храпач І.М., Кісіль І.С. Методика вимірювання електрокінетичного потенціалу на границях розділу фаз при нафтогазовидобуванні // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць. — 2001. — №8.

відкладах візейського ярусу нижньокам'янувугільної системи є лінійно витягнутою, асиметричною, постседиментаційною складкою північно-західного простягання. Більш полого та широке південно-західне крило структури направлене в бік центральної частини западини. Розміри складки за ізогіпсою –4350 м (горизонт В-19_б) становлять 11,8×2,3 км, а амплітуда – близько 100 м.

Продуктивні пласти родовища характеризуються значною літологічною неоднорідністю. Коефіцієнт пористості загалом по родовищу

УДК 622.276.344

ВПЛИВ ЗАКАЧУВАННЯ ПЛАСТОВОЇ ВОДИ НА АНАСТАСІВСЬКОМУ РОДОВИЩІ НА ОСНОВНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАФТИ ГОРИЗОНТУ С-4

М.В. Тагаєв

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40534
e-mail: tagaev@sm.ukrtel.net

Приводится анализ изменений физико-химических свойств нефти горизонта С-4 Анастасьевского месторождения и зависимость их от закачки пластовой воды с целью повышения пластового давления, что позволяет делать первоочередной выбор скважин для их исследования с целью улучшения контроля закачки пластовой воды.

The analysis of changes physical and chemical of properties of petroleum of horizon S-4 Anastasievsky deposit and dependence of them from beginning of layers water to swing with the purpose of rise of layers pressure is led, that allows to do the primary choice of mining holes for their research with the purpose of the best control of beginning of layers water to swing.

Анастасівське конденсатогазонафтове родовище відкрите в 1971 році. Вперше Анастасівська структура виділена на основі геолого-геофізичних робіт у 1963 році. У наступні три роки на площі були проведені сейсмічні дослідження МВХ, які підтвердили наявність підняття по відбиваючих горизонтах пермських і середньокам'янувугільних відкладів. За отриманими даними площа була введена в глибинне пошукове буріння в 1966 році. Промислова нафтоносність на площі вперше встановлена в візейських відкладах свердловини №6 в інтервалі 4508-4541 м. Наступними сейсмічними дослідженнями (МВХ, МЗГТ) у 1972 і 1978-1979 роках були вивчені та деталізовані структурні плани нижньокам'янувугільних відкладів, що дало змогу виділити в межах структури Анастасівське, Лукашевське та Кубанське склепіння.

Осадні відклади на площі представлені стратиграфічними комплексами від девонських до сучасних. Промислова продуктивність на родовищі встановлена у відкладах серпухівського (горизонт С-4), візейського (горизонти В-15, В-18, В-19 – В-21 і В-26) і турнейського (Т-1) ярусів. Продуктивна частина родовища представлена пісковиками різнозернистими, глинами, алевролітами, вапняками з прошарками ангідритів, гравелітів.

Анастасівське надрозломне підняття розміщене в північній прибортовій зоні Дніпровсько-Донецької западини (Анастасівсько-Рибальський нафтогазоносний район). Структура по

змінюється від 10 до 20,5%. Середні значення пористості по горизонтах мають незначну відмінність: С-4 – 16%; В-19_а – 15%, В-19_б – 15%, В-19_в – 16%; В-20 – 13%; В-21 – 13%; В-26 – 15%. За величиною пористості колектори відносяться до малоємних і середньоємних. Проникність пластів по родовищу характеризується своєю мінливістю і змінюється в широких межах – від 50×10^{-15} м² до 1900×10^{-15} м² і становить по горизонтах: С-4 – $50-120 \times 10^{-15}$ м²; В-19 – $80-800 \times 10^{-15}$ м², а іноді 1000×10^{-15} м²; В-20, В-21 – $100-1900 \times 10^{-15}$ м² (колектори горизонту В-21 розповсюджені тільки на північно-східному крилі підняття); В-26 – 120×10^{-15} м². Через велику відмінність величин проникності по площі породи-колектори важко віднести до якогось одного типу порід за величиною проникності, але переважно – це середньо- і високопроникні колектори.

Через складну геологічну будову (виклинювання та літологічне заміщення колекторів) ефективні товщини продуктивних пластів змінюються в широких межах: горизонти С-4 – 1,6-15 м; В-19 – 3-15 м; В-20 – розвинутий лише в центральній частині родовища і складений русловими пісковиками товщиною 2-4 м; В-21 – 1,5-5 м; В-26 – 2,5 м (свердловина № 93).

Поклади родовища належать до типу склепінних, пластових, непорушених (Анастасівське склепіння, пачка В-19_б) і літологічно обмежених (Лукашевське та Кубанське склепіння – пачки В-19_а, В-19_б, В-19_в; горизонти В-21, В-26,